



TITLE:

パルサーの輻射機構について(「多
体系量子論と天体」研究会報告,基
研研究会報告)

AUTHOR(S):

一丸, 節夫

CITATION:

一丸, 節夫. パルサーの輻射機構について(「多体系量子論と天体」研究
会報告,基研研究会報告). 物性研究 1971, 15(6): D35-D38

ISSUE DATE:

1971-03-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/88204>

RIGHT:

コ メ ン ト

京大理 永 田 忍

池内氏の報告の references に出ている, Ikeuchi, Nagata, Mizutani and Nakazawa (preprint) の論文の内容に基づいて, 中性子物質の中の核力の reaction matrix element の momentum dependence の説明があり, 夫々の Fermi surface 附近の n と p の間の interaction matrix elements が大きいこと, 従つて $n-p$ 相関が n 及び p の超流動状態にかなりの効果をもつ可能性が指摘された。(文責 玉垣)

パルサーの輻射機構について

東大理 一 丸 節 夫

パルサーの観測結果の特徴⁽¹⁾

パルサーの輻射機構を考えるにあつて, 重要と思われる観測結果のいくつかを, まず整理してみる。

- (1) 強度 - カニ星雲のパルサー (NP 0532+22) について, 距離を 1.5 kpc , 輻射領域の半径を $5 \times 10^7 \text{ cm}$ と仮定すると, 輝度温度 (brightness temperature, T_b) と光度 (luminosity, L) は, それぞれ次表のようである⁽²⁾。optical や X-ray 領域の輻射は, インコヒーレントなシンクロトロン輻射のようなもので説明するのも困難ではないが, radio 領域の高い輝度温度を得るには, 強いコヒーレンスを想定する必要がある。コヒーレンスの有力な源として, 荷電粒子の集群 (bunching) を仮定するものと, 不安定性 - メーザー作用や乱流機構などによるものが考えられている。

	T_b [$^{\circ}\text{K}$]	L [erg/sec]
radio	10^{26}	10^{31}
optical	10^9	10^{34}
X-rays	10^1	10^{36}

今までのところ, optical や X-ray のパルスが観測されているのは⁽³⁾, 最短周期 (33 ms) をもつ NP 0532+22) だけである。

(2) 偏波特性 - いくつかのパルサー (例, PSR 0833-45, PSR 1929+10) は, 殆んど完全な直線偏波を示している⁽⁴⁾。

偏波面の回転が観測されており, その回転の速さは波長に殆ど無関係である。こぶが二つあるようなパルスを出すパルサーのあるもの (例, MP 0736-40, PSR 2045-16) では, その間の谷の附近で偏波の向きが急激に変化する⁽⁵⁾。

(3) パルス幅と周期の関係 - パルス幅は平均として周期にほぼ比例し, その数パーセントの値をとる⁽⁶⁾。しかし, 個々のパルサーについては, その平均からのずれも大きい。

(4) パルス周期の分布 - 観測されているパルサーの周期の分布⁽¹⁾を見ると, 周期が約 1 秒より遅いパルサーは次第に消滅する傾向にあることがわかる⁽⁷⁾。もしこれが磁場の減衰によらない⁽⁸⁾とするならば, 輻射機構の中にこの現象の説明を求めねばならないようである。

(5) スペクトル指数 - 100 MHz あたりに山をもつものや, 1000 MHz あたりにスペクトルの折れ曲りがみられるものがある⁽¹⁾。その間では, 輻射強度 (I) を周波数 (ν) の関数として, $I \propto \nu^{-\alpha}$ とおくと, $\alpha = 0.6 \sim 2$ 位である。もつと平坦なスペクトルをもつもの (例, CP 0329+54, CP 0950+08) もある。

(6) パルスの微細構造

こぶが 2 つあるパルサーについて (例, CP 1133+16, NP 0525+21), その間隔は, ほぼ $\nu^{-0.25}$ に比例するが⁽⁹⁾が, そうでない場合 (例, CP 0950+0.8, CP 1919+21) もある。

second periodic pulsation を示すもの，(例，CP 1919+21，AP 2016+28)がある(10)。

パルサーの電気力学 (Pulsar Electrodynamics)

帯磁した(完全)導体球-中性子星のモデルを一定の角速度で回転させた場合におこる現象について，Goldreich-Julian(11)の近似解析の要点を紹介した。

光速円筒 (velocity-of-light cylinder) が定義され，その内部では磁力線に附着し中性子星と共に回転する荷電粒子群が存在する。磁極に近い領域から出た磁力線は，光速円筒を通り抜け，それらの磁力線に沿って加速された荷電粒子の流れが考えられる。空間電荷密度，磁極冠 (Polar cap) 領域のひろがり，加速場の強さ等の概算式が得られる。

Komesaroff - Sturrock の理論

荷電粒子の集群を仮定した理論の中で，現在最も進んでいると思われる Komesaroff(12) と Sturrock(13) の理論を紹介した。

磁極の近傍で電子や陽子が急激に加速され，それらが磁力線の曲りのために高エネルギーの α 線を放出し，その α 線と強磁場との相互作用で電子-陽電子の対生成がおこり，その電子-陽電子系が電場の存在下で二流不安定性をおこし，その結果それらの粒子が薄い層状に集群し，コヒーレントな電磁波を輻射するという機構によるもので，観測結果のある部分を定量的にかなり良く説明する。

難点は，粒子の熱運動を考慮に入れた場合，層状の集群そのものの寿命が非常に短くなること，二流不安定性により層状に荷電粒子が集るという仮定が理論的にも実験的に支持されないこと，理論的な磁極冠領域のひろがりを実測のパルス幅対周期のデータと傾向がずれていること，などである。

Ichimaru の理論 (14)

光速円筒の内部で，磁場と共に回転するプラズマと磁力線に沿って加速される荷電粒子群からなる二流体系の不安定性により，プラズマは乱流状態にあり(15)，

その乱流により電磁波の輻射がおこるという機構で(16), 種々のパルサーについて観測値を定量的に検討した計算結果を紹介した。

難点は, パルスを作り出すのに, 例えば Dyson⁽¹⁷⁾ の volcano のような中性子星面の非一様性を仮定しなければならないこと, 光速円筒附近でのプラズマの振舞そのものに未知の点が多いことなどである。

REFERENCES

1. A. Hewish, Ann. Revs. Astronomy Astrophys. 8, 265 (Ann. Revs. 1970)
2. V. L. Ginzburg, "Pulsars (Theoretical Considerations)", to be published in the "Highlights of Astronomy, 1970".
3. E. K. Conklin et al., Nature 222, 552(1969);
H. Bradt et al., Nature 222, 738(1969).
4. V. Radhakrishnan et al., Nature 221, 443(1969).
5. R. N. Manchester, Nature 228, 264(1970).
6. T. Gold, Nature 221, 25(1969)
7. J. P. Ostriker and J. E. Gunn, Nature 223, 813(1969).
8. G. Baym, C. Pethick and D. Pines, Nature 224, 674(1969);
G. Setti and L. Woltjer, Ap. J. (Letters) 159, L87(1970).
9. H. D. Craft and J. M. Comella, Nature 220, 676(1968);
G. A. Zeissig and D. W. Richards, Nature 222, 150(1969).
10. F. D. Drake and H. D. Craft, Nature 220, 231(1968).
11. P. Goldreich and W. H. Julian, Ap. J. 157, 869(1969).
12. M. M. Komesaroff, Nature 225, 612(1970).
13. P. A. Sturrock, Nature 227, 465(1970).
14. S. Ichimaru, Nature 226, 731(1970); and preprint.
15. S. Ichimaru, Phys. Fluids 13, 1560(1970).
16. S. Ichimaru and S. H. Starr, Phys. Rev. A 2, 821(1970).
17. F. J. Dyson, Nature 223, 486(1969).